

EUROPEAN PATENT OFFICE

Patent Abstracts of Japan

PUBLICATION NUMBER : 2002316414
PUBLICATION DATE : 29-10-02

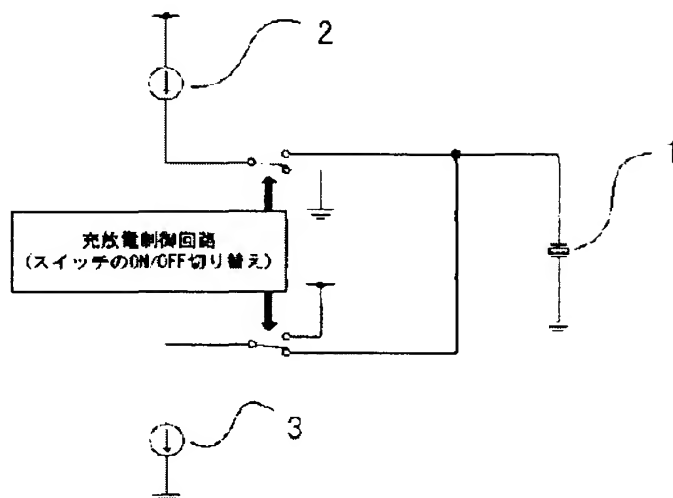
APPLICATION DATE : 20-04-01
APPLICATION NUMBER : 2001121959

APPLICANT : HITACHI KOKI CO LTD;

INVENTOR : KUNIMI KEIJI;

INT.CL. : B41J 2/045 B41J 2/055

TITLE : INK JET RECORDER AND METHOD OF
DRIVING INK JET NOZZLE



ABSTRACT : PROBLEM TO BE SOLVED: To solve a problem wherein there are variations in an electromechanical conversion characteristic of each piezoelectric element, a coupling property between the piezoelectric element and a diaphragm and a mechanical position relationship therebetween so that ejection speeds of ink drops ejected from a plurality of nozzles are varied and the variation in the ejection speed of the ink drop causes an error of an arrival position of the ink drop when the ink drop is ejected while a print head is moved at a constant speed.

SOLUTION: In a plurality of driving circuits provided respectively corresponding to the plurality of piezoelectric elements, electric charge quantities at charge and discharge times for the piezoelectric element are controlled based on time periods in which a plus current source for charging and a minus current source for discharging connected to the piezoelectric elements. Alternatively, the electric charge quantities are controlled based on the current values of the plus current source for charging and the minus current source for discharging.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-316414

(P2002-316414A)

(43) 公開日 平成14年10月29日 (2002. 10. 29)

(51) Int.Cl.⁷

識別記号

F I

ターモート* (参考)

B 4 1 J 2/045
2/055

B 4 1 J 3/04

1 0 3 A 2 C 0 5 7

審査請求 未請求 請求項の数13 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-121959 (P2001-121959)

(22) 出願日 平成13年4月20日 (2001. 4. 20)

(71) 出願人 000003094

日立工機株式会社

東京都港区港南二丁目15番1号

(72) 発明者 関野 崇

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

(72) 発明者 阪田 正俊

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

(72) 発明者 外山 栄一

茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工機株式会社内

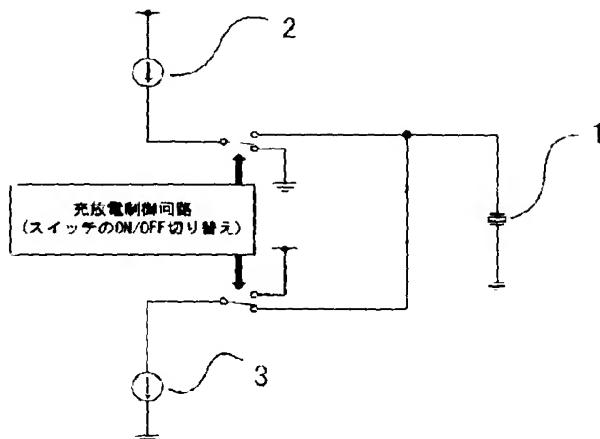
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 インクジェット記録装置およびインク噴射ノズル駆動方法

(57) 【要約】

【課題】 各圧電素子の電気・機械変換特性や、圧電素子とダイヤフラムとの結合度や機械的位置関係にもバラツキがある。そのために複数ノズルから噴射されるインク滴の噴射速度にはバラツキが生じ、印字ヘッドが一定速度で移動しながらインク滴を噴射する場合、インク滴噴射速度のバラツキは、インク滴着地位置誤差を発生させる原因となる。

【解決手段】 複数の圧電素子に対し、圧電素子1に1対1で対応するように複数設けられた駆動回路において、圧電素子に接続された充電用プラス電流源、及び放電用マイナス電流源から電流が流れる時間に依存して該圧電素子の充放電電荷量が制御される。あるいは充電用プラス電流源、及び放電用マイナス電流源の電流値に依存して該圧電素子の充放電電荷量が制御される。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 常温において、圧電素子を用いてインク室の容積を変化させることにより、該インク室内のインクをノズルから噴射させるマルチノズルタイプのインクジェット記録装置において、前記圧電素子に接続されたプラス電流源から流れ出る電流を該圧電素子に充電し、該圧電素子を変形させることにより前記インク室の容積を膨張させてインクを吸入し、その後、前記圧電素子に接続されたマイナス電流源へ電流が流れ込むよう該圧電素子を放電させることにより該圧電素子を復元させ、前記インク室内に吸引されていたインクを噴射させる制御を行う駆動回路を有し、前記プラス電流源から前記圧電素子に充電する電荷量の調整により、該圧電素子に印加される電圧を過渡的に変化させ、この印加電圧の立上り時定数及び立下り時定数を、該圧電素子が構成する振動系の固有振動数の逆数の整数倍とし、且つ該立上り時定数が該立下り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定されていることを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項2】 請求項1記載のインクジェット記録装置において、前記立上り時定数、及び前記立下り時定数を設定する整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧の変動率が小さくインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値を1、2、3程度の小さい整数値としたことを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項3】 請求項1乃至2記載のインクジェット記録装置において、立上り時定数および立下り時定数を設定する際、前記圧電素子が構成する振動系の固有振動数の逆数の整数倍の0.8～1.2倍の範囲を、前記ノズル毎に印加電圧波形を制御する際の印加電圧補正範囲とすることを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項4】 常温において、圧電素子を用いてインク室の容積を変化させることにより、該インク室内のインクをノズルから噴射させるマルチノズルタイプのインクジェット記録装置において、前記圧電素子に接続されたマイナス電流源へ電流が流れ込むよう該圧電素子を放電し、該圧電素子を変形させることにより前記インク室の容積を膨張させてインクを吸入し、その後、前記圧電素子に接続されたプラス電流源から流れ出る電流を該圧電素子に充電することにより該圧電素子を復元させ、前記インク室内に吸引されていたインクを噴射させる制御を行う駆動回路を有し、前記圧電素子からマイナス電流源へ放電する電荷量の調整により、該圧電素子に印加される電圧を過渡的に変化させ、この印加電圧の立下り時定数及び立上り時定数を、該圧電素子が構成する振動系の固有振動数の逆数の整数倍とし、且つ該立下り時定数が該立上り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定されていることを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項5】 請求項4記載のインクジェット記録装置

において、前記立上り時定数、及び前記立下り時定数を設定する整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧の変動率が小さいためインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値を1、2、3程度の小さい整数値としたことを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項6】 請求項4乃至5記載のインクジェット記録装置において、立上り時定数および立下り時定数を設定する際、前記圧電素子が構成する振動系の固有振動数の逆数の整数倍の0.8～1.2倍の範囲を、前記ノズル毎に印加電圧波形を制御する際の印加電圧補正範囲とすることを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項7】 請求項1乃至6記載のインクジェット記録装置において、該圧電素子毎に接続された駆動回路内の各電流源毎に、電流を流す、或いは電流が流れ込む時間の調整を行うことにより各圧電素子に充放電される電荷の量を増減させ、該圧電素子の伸縮量をノズル毎に変化させ、噴射するインク滴噴射速度の制御を行うことを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項8】 請求項1乃至6記載のインクジェット記録装置において、該圧電素子毎に接続された駆動回路内の各電流源の電流値を各々変化させることにより各圧電素子に充放電される電荷の量を増減させ、該圧電素子の伸縮量をノズル毎に変化させ、噴射するインク滴噴射速度の制御を行うことを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項9】 請求項1乃至3、7、8記載のインクジェット記録装置において、前記圧電素子の充電から放電までの時間は、制御信号発生回路の駆動信号のハルスの間隔に依存することを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項10】 請求項4乃至8記載のインクジェット記録装置において、前記圧電素子の放電から充電までの時間は、制御信号発生回路の駆動信号のハルスの間隔に依存することを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項11】 請求項7乃至10記載のインクジェット記録装置において、該圧電素子毎の該電流源の制御により、電気・機械変換特性が不均一な複数の該圧電素子の伸縮量を圧電素子毎に補正し、ノズル毎のインク滴噴射速度のバラツキを抑えることを特徴とするインクジェット記録装置

【請求項12】 請求項1乃至11記載のインクジェット記録装置において、摂氏80度から摂氏140度の範囲の温度で温められたインク室の容積を、圧電素子を用いて変化させることにより、インクをノズルから噴射させることを特徴とする熱溶融インクジェット記録装置

【請求項13】 請求項1乃至12記載のインクジェット記録装置において、インクを噴射させるノズルに対応する該圧電素子に対しては、該電流源による所定の電荷

量を充放電することの特徴としたインクジェット記録装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は圧電式インクジェット記録装置に係わり、圧電素子ごとの電気・機械変換特性のバラツキを補正するためにノズル駆動波形を制御し、インク滴噴射速度の均一によりインク滴の着地位置精度の向上をはかることを目的とするインク噴射技術を有するインクジェット記録装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、圧電素子を用いてインクを噴射する装置はインクジェットプリンタ等に利用されているが、図8(a)にその一例を示す。インク室11にはダイヤフラム13を介して圧電素子1としてピエゾ素子が設けられ、更に圧電素子1のダイヤフラム13との反対側側面はバックプレート10により固定されている。またインク室11のダイヤフラム13の対向面にはインク滴を噴射するためのノズル12が設けられている。更に、インク室11は、図示しないインクタンクから供給されたインクを一時的に溜めておくマニホールド15に、インク流路14を介して連通されている。なお、マニホールド15に隣接して設けられているヒータ17は熱溶融インクジェット記録装置においてインクを加熱・溶融するためのものである。ここで、圧電素子1は図11のごとく積層形を用いると、ダイヤフラム13の収縮、伸長量を大きくとることができるので、エネルギー効率のよい駆動をすることができる。

【0003】または駆動回路であって、図示していないホストコンピュータからの印刷命令に応じて圧電素子1を駆動せしめるように動作する。

【0004】一方、従来のパルス電圧の制御手段を図9に示す。図9において、18は圧電素子駆動回路、19は信号発生回路であり、A点に圧電素子駆動電圧として一定電圧の直流電圧を印加した状態でB点に図10に示すパルス信号20を印加すると、圧電素子1の電位は波形21のように変移し、これにより該圧電素子1が変形する。かかる構成によりなるインクジェットヘッドにおいて、圧電素子1に駆動回路9から図10に示す電圧21が印加されると、圧電素子1が変形して図8(b)に示すダイヤフラム13aがたわむため、インク室11の容積が増加し、インク流路14、マニホールド15を経由してインクが供給される。次いで、前記圧電素子印加電圧21が消勢されると、圧電素子1が復元されるため、ダイヤフラム13を復元してインク室11内にあるインクを圧縮するため、ノズル12からインク滴16が噴射する。なお、図9の駆動回路は図8(a)の駆動回路9に相当する。図9において、圧電素子駆動回路18は2回路のみ図示しているが、実際は圧電素子1の数に1対1で対応するよう複数設けられている。

【0005】インク滴を噴射する場合は、前記圧電素子駆動回路18に信号発生回路19からのパルス信号20が与えられて、A点の直流電圧V1をオン、オフすることにより、パルス電圧21が圧電素子1に印加され、これによってダイヤフラム13を変形させている。これに対し、インク滴を噴射させない場合には、パルス信号20を発生させないように制御する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】前述の従来の圧電式プリントヘッドでは、各圧電素子に対し均一の電位を印加し、駆動回路により該圧電素子の電位を変え、圧電素子を変形させインク滴を噴射していた。しかし複数のノズルに対応する圧電素子の電気・機械変換特性にはそれぞれにバラツキがあり、逐一对応するのは極めて難しい。また、圧電素子とダイヤフラムとの結合度や機械的位置関係にもバラツキがあり、このバラツキを補正することは精度的にも限界があった。そのために、複数のノズルから噴射されるインク滴の噴射速度にはバラツキが生じていた。場合によっては、前述のバラツキが重畳されて複合的なバラツキを発生させる場合もあった。このようなバラツキを有するインクジェットプリントヘッドを一定速度で摺動させ、その過程でインク滴を噴射する場合、被インクジェット記録物へのインク滴着地位置のバラツキに影響し、インクジェット記録の画質を悪くすることが問題となっていた。また、インク噴射ノズル製作時の噴射液速に対するバラツキをある範囲に収める際の歩留まりが悪いことも問題であった。従って、インク滴着地位置精度を向上し、インク噴射ノズル製作時の歩留まりを向上するには、各圧電素子毎に印加する駆動電圧値を可変できることが要求される。

【0007】複数の圧電素子への充電電流と放電電流を制御する方法としては、例えば特開平4-310747号公報、特開平9-39231号公報に開示されている。前者は充電電流値と放電電流値を複数ノズルに共通に変える構成であり、後者は充電抵抗と放電抵抗を有する圧電素子回路にインク噴射毎に一定電圧の細かい充電パルスを繰返し与えて、駆動波形を噴射毎に形成し、駆動波形はROMに記載されたパターンによって複数ノズルに共通に与える構成である。前者、後者共に複数ノズルに共通の電圧とパルス幅の駆動波形をデジタル的に構成する方法が記載されているが、複数ノズル各々の駆動波形を制御するものではない。

【0008】従って、本発明の課題は、インクジェットヘッド、すなわち圧電素子を含むインク噴射系において、複数ノズル個々の駆動波形を制御して、各々の液速のバラツキを補正し、複数の噴射ノズルからの液速を同じにすることで被記録媒体へのインク滴の着地精度を向上させることにある。同時に、マルチノズル・インクジェット記録装置のインク噴射ノズルに対するトリミングを可能にして、インク噴射ノズル製作時の歩留まりを向

上させることを課題とする

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するための本発明の構成は、常温において圧電素子を用いてインク室の容積を変化させることにより、該インク室内のインクをノズルから噴射させるマルチノズルタイプのインクジェット記録装置において、前記圧電素子に接続されたプラス電流源から流れ出る電流を該圧電素子に充電し、該圧電素子を変形させることにより前記インク室の容積を増加させてインク流路、マニホールドを経由してインクを供給させ、その後マイナス電流源へ電流が流れ込むよう該圧電素子を放電させることにより該圧電素子を復元させ前記インク室内のインクを圧縮し、ノズルからインク滴を噴射させる制御を行う駆動信号発生回路を有している

【0010】また、圧電素子からの電荷の放電時にインク室の容積を膨張しインクを吸引する構成のインクジェット記録装置においては、前記圧電素子に接続されたマイナス電流源へ電流が流れるよう該圧電素子を放電し、該圧電素子を変形させることにより前記インク室の容積を増加させてインク流路、マニホールドを経由してインクを供給させ、その後プラス電流源から流れ出る電流を該圧電素子に充電することにより該圧電素子を復元させ前記インク室内のインクを圧縮し、ノズルからインク滴を噴射させる制御を行う駆動信号発生回路を有している

【0011】この駆動信号発生回路において、該圧電素子毎に接続された各電流源毎に、電流を流す、或いは電流が流れ込む時間の調整により各圧電素子に充放電される電荷の量を増減させ、各圧電素子毎に印加する駆動電圧値を可変し、該圧電素子の伸縮量をノズル毎に変化させることにより、インク滴噴射速度のバラツキを補正する。また別の方法として、該圧電素子毎に接続された各電流源の電流値を変化させることにより各圧電素子に充放電される電荷の量を増減させ、該圧電素子の伸縮量をノズル毎に変化させることにより、インク滴噴射速度のバラツキを補正する

【0012】上記構成において、該圧電素子に充放電する電荷量の調整により、該圧電素子に印加される電圧を直線的に変化させ、この印加電圧の立上り時定数及び立下り時定数を、該圧電素子が構成する振動系の固有振動数の逆数の整数倍の0.8～1.2倍とし、且つ立上り時定数が立下り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定するとよい。整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧変動率が小さいためインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値は一般には1.2、3程度の小さい整数値とする

【0013】また、前記圧電素子の充電から放電までの時間もしくは放電から充電までの時間は、制御信号発生

回路の駆動信号のバース幅間隔に依存するように設定するとよい

【0014】更に、上記構成のインクジェット記録装置において、インクを噴射させるノズルに対応する該圧電素子に対しては、該電流源による所定の電荷量を充放電し、インク室の容積を変形させインクを吐出させると共に、インクを噴射させないノズルに対応する該圧電素子に対しては、制御信号発生回路手段は圧電素子への電荷の充放電を行わないよう制御されることが望ましい

【0015】なお、前記インクを熱溶融インクとし、前記インク室近傍に加熱用のヒータを設けて摂氏80度から摂氏140度の範囲の温度で加熱して使用しても同様の効果を得ることができる

【0016】前述のように、インク吸入時の立上りまたは立下り時定数をインクジェット記録装置のインク噴射系の固有振動数の逆数の整数倍の0.8～1.2倍としてインク吸入時の圧電素子の高調波振動の発生を抑えること、更に各圧電素子への印加電圧を可変または圧電素子の充電から放電までの時間を可変して各圧電素子のバラツキをトリミングすることにより複数ノズルからの各々のインク滴噴射速度を精密に制御できるようになる

【0017】電流源による駆動の利点としては、電圧駆動に比べて、基板配線パターンなどでの電氣的干渉や外乱ノイズに対して強いという点が挙げられる。反面、回路規模が大きくなる欠点があるが、これはLSIなどによる集積化により解決が可能である

【0018】本発明の構成のように、圧電素子への印加電圧及び圧電素子の充電から放電までの時間または放電から充電までの時間を複数ノズル各々に個別制御して各インク滴の液速を一定にし、圧電素子を含むインク噴射系の液速に与えるバラツキを解消することで、被インクジェット記録物へのインク滴の着地精度を向上させることが可能となる。同時に、マルチノズル・インクジェット記録装置のインク噴射ノズルに対するトリミングを可能にして、インク噴射ノズル製作時の歩留まりを向上することができる

【0019】

【発明の実施の形態】上記の構成によるインクジェット記録装置においては、圧電素子の電気・機械変換特性によるバラツキを補正することにより、インク滴噴射速度のバラツキを抑え複数ノズルでのインク滴着地位置精度を上げることが可能になる。同時に、マルチノズル・インクジェット記録装置のインク噴射ノズルに対するトリミングを可能にして、インク噴射ノズル製作時の歩留まりを向上することができる

【0020】以下、本発明の一実施例を説明する。以下の実施例において上記図りの従来例と共通する部分には同一の符号を付して説明を省略する

【0021】本発明において、図8の駆動回路9は図1に示す構成となっており、図4(a)に示す波形により

各圧電素子1への印加電圧22が制御される。図1に示す構成による回路の一例を図2に示す。また、図2において、駆動回路9は2回路のみ図示しているが、実際は圧電素子1の数に1対1で対応するように複数設けられている。

【0022】図2において、複数の前記圧電素子1は一方の端子が各々個別に設けられた駆動回路9の出力に接続され、圧電素子1の他方の端子は接地電位に接続されている。なお、前記圧電素子の接地電位に接続側の電位は、前記駆動回路9の最低電位が接地電位より低い場合は、駆動回路9の最低電位と同じであってもよい。前記駆動回路9には、充放電制御信号6と駆動信号7が制御信号発生回路8から入力される。

【0023】前述の構成では、制御信号発生回路8から駆動回路9へ向けて、図4(a)に示すように前記充放電制御信号6のハイレベルと前記駆動信号7のハイレベルに同期して、図2に示す前記駆動回路9内の充電トランジスタ4がオフ状態となり、充電用プラス電流源2から圧電素子1へ電荷が充電される。充電用プラス可変電流源の一例を図3(b)に示す。図3(b)内の可変抵抗値を変えることにより電流値が可変する。

【0024】この充電は前記充放電制御信号6がハイレベル、且つ前記駆動信号7がハイレベルのパルス幅時間 T_r で行われる。このパルス幅時間 T_r は各圧電素子1の駆動特性に合わせ、各素子毎に定められたパルス幅が与えられている。パルス幅時間 T_r を t 、圧電素子1の静電容量を c 、充電用プラス電流源の電流値を i 、圧電素子両端の電位差を v とした場合、これらの関係式は式1のようになる。

【0025】

【式1】

$$\frac{1}{c} \int i dt = v$$

【0026】式1から、前記パルス幅時間 T_r に比例して前記圧電素子両端の電位差が直線的に立ち上がる制御が行われる。同様に前記充放電制御信号6がローレベル、且つ前記駆動信号7がハイレベルの時間 T_f では、図2に示す前記駆動回路9内の放電トランジスタ5がオフ状態となり、前記圧電素子1に充電されていた電荷が放電用マイナス電流源3へ放電される。放電用マイナス可変電流源の一例を図3(b)に示す。図3(b)内の可変抵抗値を変えることにより電流値が可変する。式1と同様に、放電トランジスタへのパルス幅時間 T_f に比例して前記圧電素子両端の電位差が直線的に立ち下がる制御が行われる。なお、前記駆動信号7がローレベルの場合では、前記充電トランジスタ4・前記放電トランジスタ5が共にオン状態となるため、前記圧電素子1内の電荷は留り、圧電素子両端の電位差は保持される。以上の前記充放電制御信号6と前記駆動信号7のパルス信号を繰り返すことにより、図4(a)に示す制御波形22

が該駆動回路9から出力され、圧電素子1に印加される。図4(a)に示すように、駆動信号7のパルス幅を変えることにより、圧電素子1に印加される制御波形22の立上り時間 T_r および立下り時間 T_f を変えることが可能となり、同時に圧電素子1への印加電圧 V_m を制御することも可能となる。

【0027】前記制御波形22の立上に同期して圧電素子1が変形し、ダイアフラム13が収縮することによって前記インク室11へインクが吸引される。そして、制御波形22の立下りに同期して圧電素子1が復元することによって前記インク室11内のインクを圧縮し、前記ノズル12からインク滴16を噴射する。本例では、図4(a)に示すような台形波状の制御波形22としたが、図5(a)に示す三角波状の制御波形23であっても同様である。本発明の構成において必要なことは、制御波形が直線的に立ち上がることにある。ここで、圧電素子が構成する振動系に対して圧電素子に加える制御波形22の立上り時定数及び立下り時定数を、該振動系の固有振動数の逆数の0.8~1.2倍とし、且つ立上り時定数が立下り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定すると、圧電素子の高調波振動を抑制することができる。整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧変動率が小さくインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値は一般には1、2、3程度の小さい整数値とする。このように高調波振動を抑えることで、インク吸入時のインク流体の乱流を抑え、インク滴の噴射を安定させ、後述する圧電素子毎のバラツキ補正を最も有効なものとする事ができる。

【0028】本例においては、充電トランジスタのオン状態であるパルス幅時間 T_r を、例えば振動系の固有振動数が100kHzとした場合、 $(1 - 100\text{kHz}) \cdot 1 = 10$ マイクロ秒の0.8~1.2倍、すなわち8~12マイクロ秒に対して T_r の最大値を12マイクロ秒と設定する。また、 T_r の最小パルス幅は8マイクロ秒とする。このパルス幅に相当する図4(a)の電圧、すなわち V_m を圧電素子への制御波形として、圧電素子毎に電圧を設定する。あるいは整数倍を2として T_r の最大値を24マイクロ秒、 T_r の最小パルス幅16マイクロ秒としてもよい。

【0029】図4(a)に示す圧電素子1に加わる電圧22の立上りから立下りまでのパルス幅 T_w は、駆動信号7の充電パルス(充放電制御信号6がハイレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時)と放電パルス(充放電制御信号6がローレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時)の間隔で決まる。図4(a)に動作の一例を示す。

【0030】次に圧電素子からの電荷の放電時にインク室11の容積を膨張しインクを吸引する構成のインクジェット記録装置について説明する。図2に示す回路を構

成する駆動回路において、図4 (b) に示すように前記駆動信号7に対する前記充放電制御信号6のタイミングを変えることによって、駆動回路から制御波形22aが出力される。前記充放電制御信号6、及び前記駆動信号7のハルス幅を制御することにより、前述の例と同様に圧電素子1への印加電圧 V_m を制御することが可能となる。前記制御波形22aの立下りに同期して圧電素子1が変形し、ダイヤフラム13が収縮することによって前記インク室11ハインクが吸引される。そして、前記制御波形22aの立上りに同期して圧電素子1が復元することによって前記インク室11内のインクを圧縮し、前記ノズル12からインク滴16を噴射する。ここで、圧電素子が構成する振動系に対して圧電素子に加える制御波形22aの立下り時定数及び立上り時定数を、該振動系の固有振動数の逆数の0.8〜1.2倍とし、且つ立下り時定数が立上り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定すると、圧電素子の高調波振動を抑制することができる。整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧変動率が小さくインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値は一般には1、2、3程度の小さい整数値とする。図4 (b) に示す圧電素子1に加わる電圧22aの立下りから立上りまでのハルス幅 T_w は、駆動信号7の放電ハルス（充放電制御信号6がローレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時）と充電ハルス（充放電制御信号6がハイレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時）の間隔で決まる。図4 (b) に動作の一例を示す。本例では、図4 (b) に示すような台形波状の制御波形22aとしたが、図5 (b) に示す三角波状の制御波形23aであっても同様である。本発明の構成において必要なことは、制御波形が直線的に立ち下がることにある。

【0031】別の例として、前記充電用プラス電流源2、及び放電用マイナス電流源3を可変電流源にすることにより、同様の制御を行うことが可能となる。式1に示すように、前記圧電素子1に印加される電圧は、充電用プラス電流源2の電流値に比例して直線的に立ち上がり、放電用マイナス電流源3の電流値に比例して直線的に立ち下がる。上記の例と同様に、前記充放電制御信号6と前記駆動信号7のハルス信号を繰り返すことにより、図6 (a) に示す制御波形24が該駆動回路から出力され、圧電素子1に印加される。この時、図6 (a) に示すように、充電用プラス電流源2、及び放電用マイナス電流源3の電流値を変えることにより、制御波形24の一定時間内の昇圧量、及び降圧量を変えることが可能となり、圧電素子1への印加電圧 V_m を制御することが可能となる。

【0032】前記制御波形24の立上りに同期して圧電素子1が変形し、ダイヤフラム13が収縮することによって前記インク室11ハインクが吸引される。そして、

前記制御波形24の立下りに同期して圧電素子1が復元することによって前記インク室11内のインクを圧縮し、前記ノズル12からインク滴16を噴射する。本例では、図6 (a) に示すような台形波状の制御波形24としたが、図5 (a) に示す三角波状の制御波形23であっても同様である。本発明の構成において必要なことは、制御波形が直線的に立ち下がることにある。ここで、圧電素子が構成する振動系に対して圧電素子に加える制御波形24aの立上り時定数及び立下り時定数を、該振動系の固有振動数の逆数の0.8〜1.2倍とし、且つ立上り時定数が立下り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定すると、圧電素子の高調波振動を抑制することができる。整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧変動率が小さくインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値は一般には1、2、3程度の小さい整数値とする。

【0033】図6 (a) に示す圧電素子1に加わる印加電圧24の立上りから立下りまでのハルス幅 T_w は、駆動信号7の充電ハルス（充放電制御信号6がハイレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時）と放電ハルス（充放電制御信号6がローレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時）の間隔で決まる。図6 (a) に動作の一例を示す。

【0034】次に圧電素子からの電荷の放電時にインク室11の容積を膨張しインクを吸引する構成のインクジェット記録装置について説明する。図2に示す回路を構成する駆動回路において、図6 (b) に示すように前記駆動信号7に対する前記充放電制御信号6のタイミングを変えることによって、駆動回路から制御波形24aが出力される。前記充電用プラス電流源2、及び前記放電用マイナス電流源3の電流値を制御することにより、前述の例と同様に圧電素子1への印加電圧 V_m を制御することが可能となる。前記制御波形24aの立下りに同期して圧電素子1が変形し、ダイヤフラム13が収縮することによって前記インク室11ハインクが吸引される。そして、前記制御波形24aの立上りに同期して圧電素子1が復元することによって前記インク室11内のインクを圧縮し、前記ノズル12からインク滴16を噴射する。ここで、圧電素子が構成する振動系に対して圧電素子に加える制御波形24aの立下り時定数及び立上り時定数を、該振動系の固有振動数の逆数の0.8〜1.2倍とし、且つ立上り時定数が立下り時定数に同じ、もしくは大きい値に設定すると、圧電素子の高調波振動を抑制することができる。整数倍の値が大きいと時定数が長くなり、ノズル駆動周波数が低くなることによる印刷速度の低下につながり、また電圧変動率が小さくインクを吐出するのに十分な圧力が得られないため、整数倍の値は一般には1、2、3程度の小さい整数値とする。

【0035】図6(b)に示す圧電素子1に加わる電圧2-4aの立下りから立上りまでのパルス幅Twは、駆動信号7の放電パルス(充放電制御信号6がローレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時)と充電パルス(充放電制御信号6がハイレベル、且つ駆動信号7がハイレベルの時)の間隔で決まる。図6(b)に動作の一例を示す。本例では、図6(b)に示すような台形波状の制御波形2-4aとしたが、図5(b)に示す三角波状の制御波形2-3aであっても同様である。本発明の構成において必要なことは、制御波形が直線的に立ち下がることにある。

【0036】これらの手段により、各圧電素子毎に圧電素子の変位量を制御することができ、ノズル毎のインク滴噴射速度のバラツキを抑え、インク滴着位置精度を向上させることが可能となる。同時に、マルチノズル・インクジェット記録装置のインク噴射ノズルに対するトリミングを可能にして、インク噴射ノズル製作時の歩留まりを向上することができる。

【0037】電流源による駆動の利点としては、電圧駆動に比べて、基板配線パターンなどでの電氣的干渉や外乱ノイズに対して強いという点が挙げられる。反面、回路規模が大きくなる欠点があるが、これはLSIなどによる集積化により解決が可能である。

【0038】本例では図8(a)のヒータ17を用いずに常温で液体のインク滴を噴射するインクジェット記録装置の例について説明しているが、ヒータ10を用いて摂氏80度から摂氏140度の範囲の温度で温められたインク室を含むインク経路において、常温で固体である熱溶融形インクを加熱により液体に変えてインク滴を噴射する熱溶融インクジェット記録装置においても、上記と同様の手段により、圧電素子を含むインク噴射系の電気・機械変換特性バラツキを補正して、同じインク滴噴射速度にすることによって、被インクジェット記録物へのインク滴着位置精度を向上させることが可能となる。

【0039】図12に従来のインクジェット記録装置による各ノズル毎のインク滴噴射速度のバラツキ、図7に本発明のインクジェット記録装置による各ノズル毎のインク滴噴射速度のバラツキの一例を示す。横軸は各ノズル番号、縦軸はインク滴噴射速度を示す。印字ヘッドが一定速度で摺動しながらインク滴を噴射する場合、インク滴噴射速度を変動させないことは、インク滴が飛行して記録媒体に着地するときの着地位置精度を向上することであり記録画質を評価するときの必須条件であるが、本発明の噴射速度のバラツキは従来の噴射速度バラツキよりも小さくなっていることが分かる。これにより、印刷品質の低下を防ぐことが可能となる。駆動信号7のパルス幅は事前に圧電素子を含むインク噴射系の流速を測

定するか、またはモデル印字パターンに対する着地位置のバラツキとして測定し各圧電素子の電圧トリミング値として図示していないROMなどに記憶させておき、制御信号発生回路8にて容易にパルス幅を制御することができる。

【0040】記録信号に応じて、インク滴を噴射させない圧電素子に対しては駆動信号7を発生させないようにして圧電素子への充放電を行わず、インク吸入動作を行わないようにしてインク滴が噴射されないように制御する。

【0041】

【発明の効果】本発明のインクジェット記録装置を用いることにより圧電素子を含むインク噴射系の電気・機械変換特性バラツキを補正して複数の噴射ノズルからのインク滴噴射速度を同じにすること、すなわち被インクジェット記録物への高精度記録が可能となる。マルチノズル・インクジェット記録装置のインク噴射ノズルに対するトリミングが各圧電素子への噴射時の個々のパルス波形制御により可能となることで、インク噴射ノズル製作時の歩留まり向上にも効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の駆動回路の一例を示す制御回路の構成図である。

【図2】 本発明の充電用プラス可変電流源の一例を示す回路図である。

【図3】 本発明の放電用マイナス可変電流源の一例を示す回路図である。

【図4】 本発明の駆動回路による電圧波形図である。

【図5】 本発明の駆動回路の他の例を示す電圧波形図である。

【図6】 本発明の駆動回路の他の例を示す電圧波形図である。

【図7】 本発明のインクジェット記録装置におけるノズル毎のインク滴噴射速度を示すグラフである。

【図8】 インクジェット記録装置の定常状態を示す概略構成断面図である。

【図9】 従来のパルス駆動回路の例を示す制御回路図である。

【図10】 従来のパルス駆動回路における圧電素子への印加電圧波形図である。

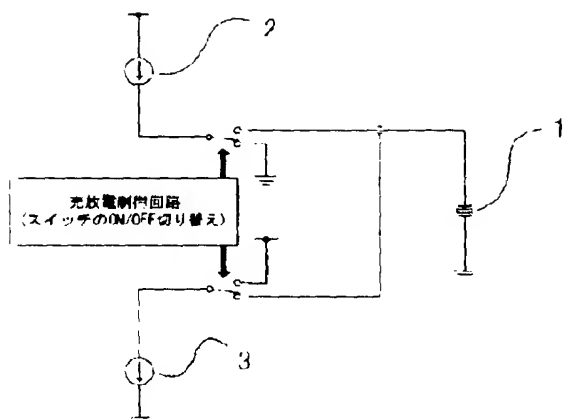
【図11】 積層形圧電素子の構想図である。

【図12】 従来のインクジェット記録装置におけるノズル毎のインク滴噴射速度を示すグラフである。

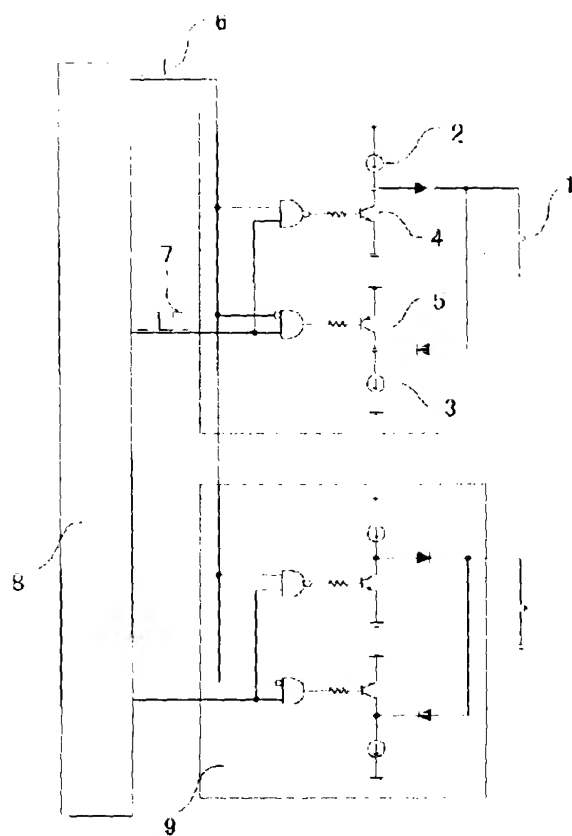
【符号の説明】

1…圧電素子、2…充電用プラス電流源、3…放電用マイナス電流源、6…充放電制御信号、7…駆動信号、9…駆動回路

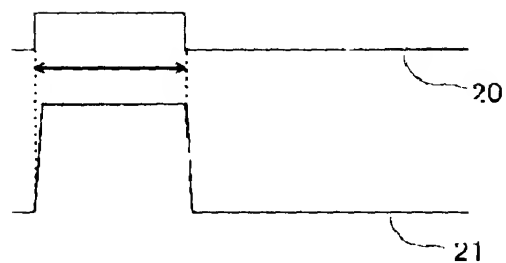
【図1】



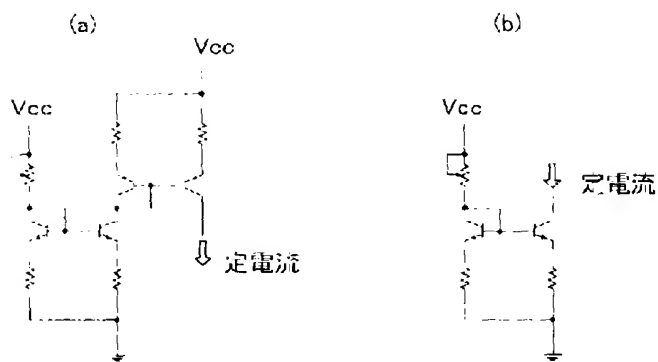
【図2】



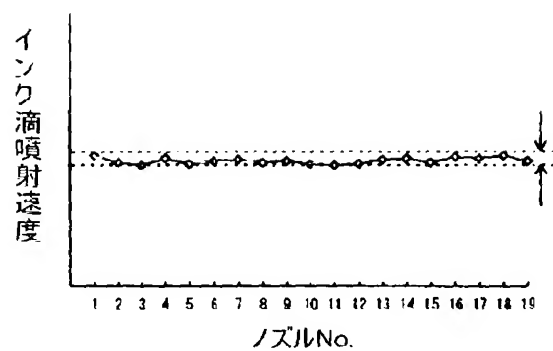
【図10】



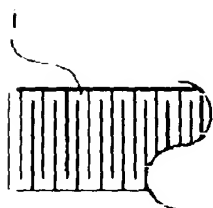
【図3】



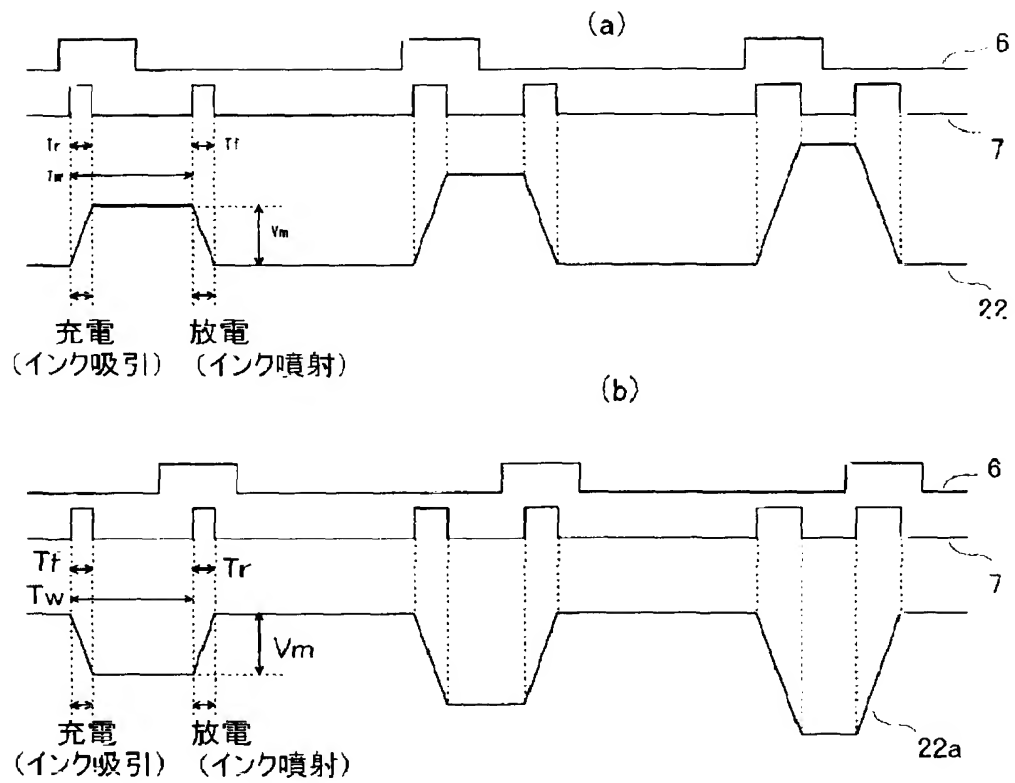
【図7】



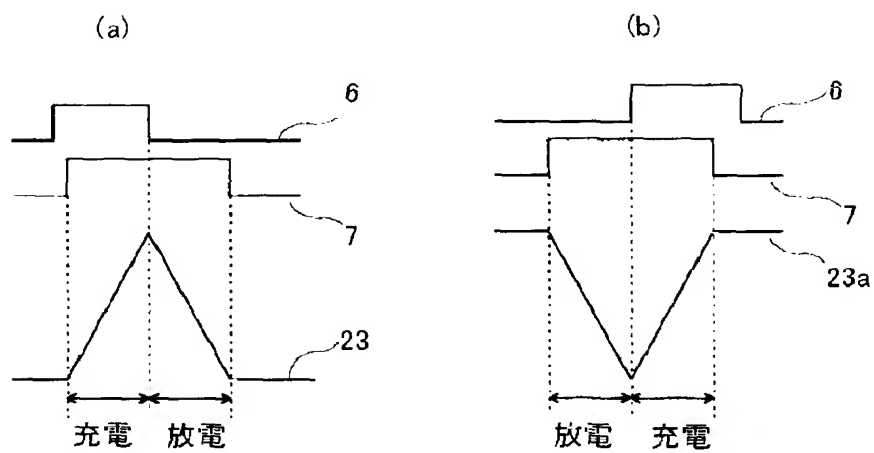
【図11】



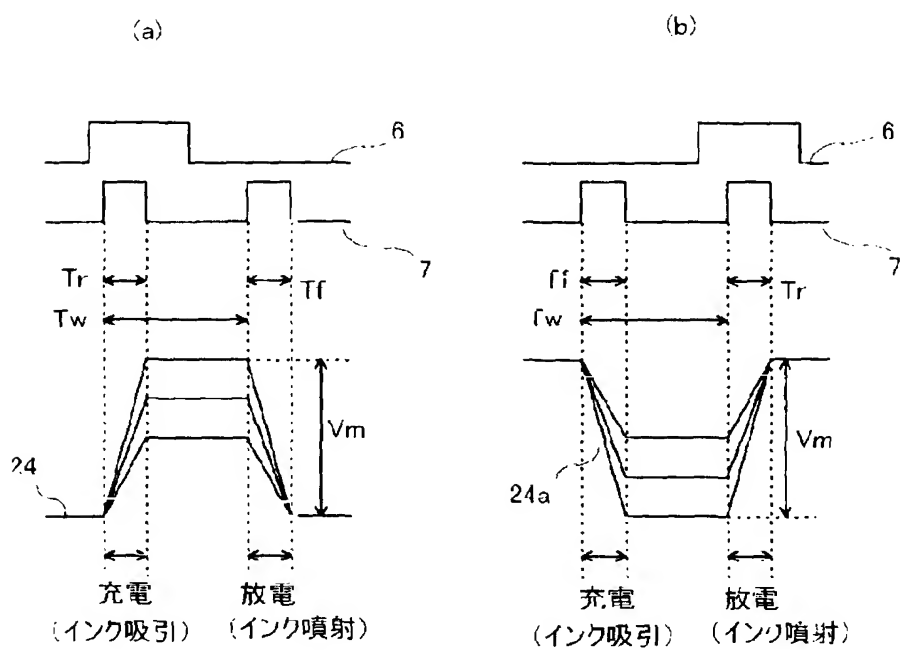
【図4】



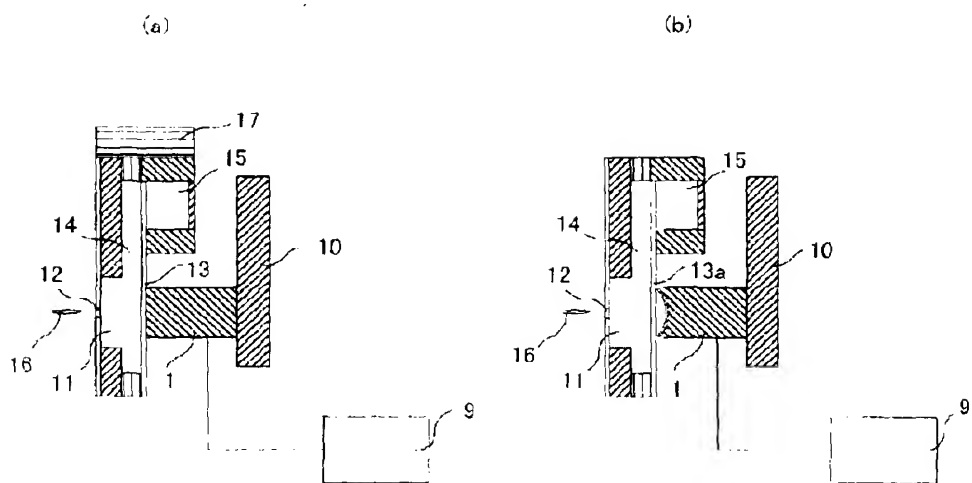
【図5】



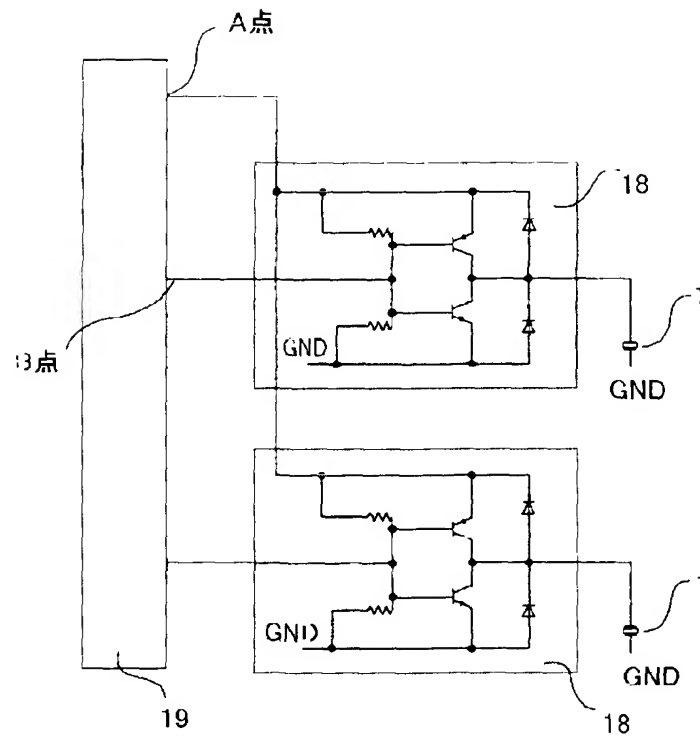
【図6】



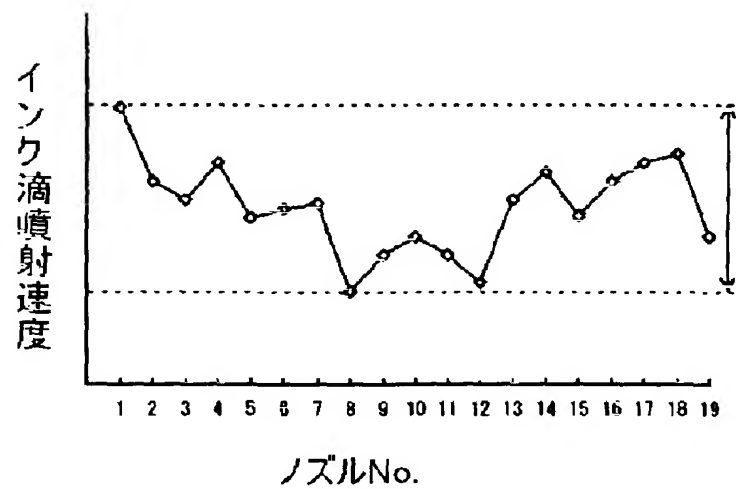
【図8】



【図9】



【図12】



フロントページの続き

(72) 発明者 国見 敬二
茨城県ひたちなか市武田1060番地 日立工
機株式会社内

Fターム(参考) 2C057 AF29 AG47 AH15 AM21 AM22
AR16 BA03 BA14